

Etsuo YAMAGISHI et al.  
03/02/04-BSKB  
703-205-8000  
0033-0921P  
1571

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年11月10日  
Date of Application:

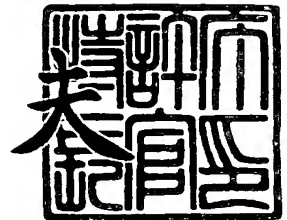
出願番号 特願2003-379869  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-379869]

出願人 パール工業株式会社  
Applicant(s):

2003年12月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3106898



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1032084  
【提出日】 平成15年11月10日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01P 5/02  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内  
    【氏名】 山岸 悦男  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内  
    【氏名】 佐藤 幸雄  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内  
    【氏名】 深田 拓  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内  
    【氏名】 高橋 勝巳  
【特許出願人】  
    【識別番号】 591288056  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号  
    【氏名又は名称】 パール工業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100064746  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 深見 久郎  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100085132  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 森田 俊雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100083703  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 仲村 義平  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100096781  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 堀井 豊  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100098316  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 野田 久登  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109162  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 酒井 將行



## 【選任した代理人】

【識別番号】 100117307

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤原 正典

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114853

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

チャンバ内に設けられた電極と、その一方端子が前記電極に接続され、その他方端子が前記チャンバ外に配置された給電線路とを含む半導体プラズマ処理装置に用いられる整合器であって、

その一方電極が高周波電圧を受け、その他方電極が基準電圧を受け、その容量値の調整が可能な第 1 のコンデンサ、

その一方電極が前記高周波電圧を受け、その容量値の調整が可能な第 2 のコンデンサ、および

前記第 2 のコンデンサの他方電極と前記給電線路の他方端子との間に接続され、前記高周波電圧の 2 分の 1 波長の自然数倍から前記給電線路の長さを除いた長さに略等しい長さ分だけ前記高周波電圧の位相を遅延させる分布定数回路を備える、整合器。

**【請求項 2】**

前記分布定数回路は、前記第 2 のコンデンサの他方電極と前記給電線路の他方端子との間に接続された所定長さの同軸線路を含む、請求項 1 に記載の整合器。

**【請求項 3】**

前記整合器は、前記第 1 のコンデンサ、前記第 2 のコンデンサおよび前記分布定数回路を収容するシールドケースをさらに備え、

前記分布定数回路は、

前記第 2 のコンデンサの他方電極と前記給電線路の他方端子との間に接続され、少なくともその一部が前記シールドケースの内壁に対向して設けられた所定長さの金属板、および

前記金属板の少なくとも一部と前記シールドケースの内壁との間に配置された誘電体部材を含む、請求項 1 に記載の整合器。

**【請求項 4】**

前記分布定数回路は、前記金属板の少なくとも一部と前記シールドケースの内壁との間隔および／または前記金属板の長さを調整するための調整部をさらに含む、請求項 3 に記載の整合器。

【書類名】明細書

【発明の名称】整合器

【技術分野】

【0001】

この発明は整合器に関し、特に、半導体プラズマ処理装置に用いられる整合器に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体プラズマ処理装置は、チャンバ内に設けられた1対の電極間に高周波電力を供給してプラズマを発生させ、そのプラズマによって半導体基板を処理する装置である。半導体プラズマ処理装置では、高周波電力の反射を抑制するために、高周波電源と電極の間に整合器が設けられる。また、インピーダンス整合を容易にするため、整合器はチャンバの外壁に直接固定され、整合器と電極の間は最短距離に設定される。

【0003】

また、高周波電力を同軸給電線を介して受電してプラズマに入力させるアンテナと、同軸給電線の途中に設けられたスタブとを備えた高周波加熱装置において、同軸給電線の長さを、アンテナからスタブまでのインピーダンス整合に必要な長さに、高周波の半波長の整数倍を加えた長さに設定するとともに、スタブの短絡端までの長さを、インピーダンス整合に必要な長さに、高周波の半波長の整数倍を加えた長さに設定し、高周波電力の周波数を制御して同軸給電線とアンテナのインピーダンスを整合させる技術もある（たとえば特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平7-159562号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のように半導体プラズマ処理装置では、一般に整合器はチャンバーの外壁に直接固定されるが、装置の種類によっては整合器をチャンバから離れた位置に配置する必要がある。このような場合は、整合器と電極の間の配線が長くなって配線のインダクタンスが大きくなり、整合をとることが容易でなかった。

【0005】

それゆえに、この発明の主たる目的は、整合器と電極の間の距離が長い場合でも容易に整合をとることが可能な整合器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る整合器は、チャンバ内に設けられた電極と、その一方端子が電極に接続され、その他方端子がチャンバ外に配置された給電線路とを含む半導体プラズマ処理装置に用いられる整合器であって、その一方電極が高周波電圧を受け、その他方電極が基準電圧を受け、その容量値の調整が可能な第1のコンデンサと、その一方電極が高周波電圧を受け、その容量値の調整が可能な第2のコンデンサと、第2のコンデンサの他方電極と給電線路の他方端子との間に接続され、高周波電圧の2分の1波長の自然数倍から給電線路の長さを除いた長さに略等しい長さ分だけ高周波電圧の位相を遅延させる分布定数回路とを備えたものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明に係る整合器では、第2のコンデンサの他方電極と給電線路の他方端子との間に接続され、高周波電圧の2分の1波長の自然数倍から給電線路の長さを除いた長さに略等しい長さ分だけ高周波電圧の位相を遅延させる分布定数回路が設けられる。したがって、第2のコンデンサの他方端子と電極との間で2分の1波長の自然数倍に略等しい長さ分だけ高周波電圧の位相が遅延され、その間のインピーダンスが略0になる。よって、容易に整合をとることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0008】

## 【実施の形態1】

図1は、この発明の実施の形態1による半導体プラズマ処理装置の構成を示すブロック図である。図1において、この半導体プラズマ処理装置は、高周波電源1、高周波センサ2、整合器3、処理室4、コントローラ5、および駆動装置6を備える。

## 【0009】

高周波電源1は、所定の高周波電力を発生する。この高周波電力は、60MHzと500MHzの間の所定の周波数（ここでは100MHzとする）を有する。高周波電源1で発生された高周波電力は、高周波センサ2および整合器3を介して処理室4に与えられる。高周波電力の一部は処理室4で反射し、給電線路（図示せず）には進行波電力 $P_f$ および反射波電力 $P_r$ が発生する。

## 【0010】

高周波センサ2は、高周波電源1と整合器3との間の給電線路の電圧 $V$ および電流 $I$ を検出し、その検出結果に基づいて、電圧 $V$ と電流 $I$ の比 $Z$ の特性インピーダンス $Z_0$ （たとえば50オーム）に対するずれに相当する信号 $VZ$ と、電圧 $V$ と電流 $I$ の位相差 $\phi$ に比例するレベルの信号 $V\phi$ とを出力する。

## 【0011】

整合器3は、その入力端子側から処理室4側を見たインピーダンスを高周波電源1および整合器3間の給電線路の特性インピーダンス $Z_0$ に等しくすることにより、反射波電力 $P_r$ を最小値にするものである。整合器3のインピーダンスは制御可能になっている。この整合器3については、後に詳述する。

## 【0012】

駆動装置6は、モータ、ギアなどを含み、コントローラ5に従って整合器3を駆動させる。コントローラ5は、高周波センサ2からの信号 $VZ$ 、 $V\phi$ の各々のレベルが最小値になるように、駆動装置6を介して整合器3のインピーダンスを調整する。

## 【0013】

処理室4は、図2に示すように、チャンバ10を備えており、チャンバ10にはガス供給口10aおよび排気口10bが設けられている。ガス供給口10aは、ガス流量コントローラ、バルブ、ガスポンプなどを含むガス供給装置（図示せず）に接続され、排気口10bはバルブ、真空ポンプ、ガス処理装置などを含むガス排出装置（図示せず）に接続されている。ガス供給装置およびガス排出装置により、チャンバ10内を所望の低圧力にすることが可能になっている。

## 【0014】

チャンバ10内には、たとえば2枚の平行平板電極11、12が設けられる。2枚の電極11、12のうちの一方の電極11はたとえば接地され、他方の電極12は高周波電源1からの高周波電圧を受ける。チャンバ10は、接地されている。電極11の表面には、半導体基板13がセットされる。

## 【0015】

また、チャンバ10には給電口10cが設けられており、給電口10cは給電線路14を介して整合器3に接続される。給電線路14は、円筒状の外部導体15と、棒状の内部導体16とを含む。内部導体16は、所定の長さ（ここでは60cmとする）を有する。外部導体15の一方端部は整合器3のシールドケースに電氣的に接続され、外部導体15の他方端部はチャンバ10の給電口10cの外周部に接合されている。内部導体16の一方端部は整合器3の出力電圧を受け、内部導体16の他方端部は給電口10cを通過して電極12に接続されている。外部導体15と内部導体16の間には、リング状の絶縁体部材17、18が挿入されている。チャンバ10内の空間と給電線路14内の空間との間は、絶縁体部材17によってシールされている。外部導体15と内部導体16の間の空間は、放電しないように常圧にされている。

## 【0016】

エッチングまたは成膜時は、まずガス排出装置によってチャンバ10内の空気が排出される。次いでガス供給装置によって所定のガスが所定流量でチャンバ10内に導入されるとともに、ガス排出装置の排気速度が調整されて、チャンバ10内が所定の圧力に調整される。

#### 【0017】

次に、高周波電源1がオンされて所定の高周波電力が処理室4に与えられ、電極7, 8間のガスが電離されてプラズマ状態になる。このとき、反射波電力 $P_r$ が最小値になるように、高周波センサ2、コントローラ5および駆動装置6によって整合器3のインピーダンスが制御される。エッチング用のガス（たとえば $CF_4$ ）を用いた場合は基板13の表面がエッチングされ、成膜用のガス（たとえば $SiH_4$ ）を用いた場合は基板13の表面に膜が堆積する。

#### 【0018】

図3は、整合器3の構成を示す断面図である。図3において、整合器3はシールドケース20を備える。シールドケース20は、アルミニウム板製の直方体状の箱であり、接地されている。シールドケース20には、入力口20aおよび出力口20bが設けられている。入力口20aには入力端子21が設けられ、出力口20bには給電線路14の端部が挿入される。入力端子21は、高周波センサ2を介して高周波電源1に接続される。

#### 【0019】

シールドケース20内には、インピーダンスマッチング用の可変容量コンデンサ22と、位相マッチング用の可変容量コンデンサ23と、分布定数回路を構成する同軸線24とが設けられている。コンデンサ22, 23の各々は、駆動軸（図示せず）を介して駆動装置6に結合されており、各々のキャパシタンスは駆動軸の回転角度に応じて所定の範囲で変化する。コンデンサ22, 23の一方電極はともに入力端子に接続される。コンデンサ22の他方電極は、シールドケース20の内壁に接続されて接地されている。

#### 【0020】

同軸線24は、内部導体25および外部導体26を含む。内部導体25の一方端部はコンデンサ23の他方電極に接続され、その他方端部は給電線路14の内部導体16の端部に接続される。外部導体26の一方端部はコンデンサ22の他方電極に接続されて接地され、その他方端部はシールドケース20の内壁に接続されて接地されている。

#### 【0021】

ここで、高周波回路の理論によれば、高周波電源と負荷回路の間を高周波電圧の2分の1波長の整数倍の長さの線路で接続すると、線路を介さずに高周波電源に負荷回路を直接接続したことと同じ結果になる。そこで本願発明は、コンデンサ23の他方端子と給電線路14の内部導体16の端部との間を、高周波電圧の2分の1波長の自然数倍（ここでは1倍とする）から給電線路14の内部導体16の長さを減算した長さに略等しい長さの線路で接続する。

#### 【0022】

換言すると、高周波電源と負荷回路の間を高周波電圧の位相を180度の整数倍の角度だけ遅延させる線路で接続すると、線路を介さずに高周波電源に負荷回路を直接接続したことと同じ結果になる。そこで本願発明は、コンデンサ23の他方端子と給電線路14の内部導体16の端部との間を、180度の自然数倍（ここでは1倍とする）から給電線路14の内部導体16による遅延角度を減算した角度に略等しい遅延角度を有する線路で接続する。

#### 【0023】

具体的に示すと、100MHzの高周波電圧の2分の1波長は、光速（ $3 \times 10^8$  m/s）を100MHz $\times 2$ で除算することにより得られ、150cmとなる。150cmから給電線路14の内部導体16の長さ（60cm）を減算すると、90cmとなる。同軸線24では内部導体25と外部導体26の間に誘電体が充填されているので、同軸線24は短縮率（ $1/\sqrt{\epsilon} \approx 2/3$ ）を有する。90cmに同軸線24の短縮率（2/3）を積算すると60cmとなる。そこで、この実施の形態1では、60cmの同軸線24でコン

デンサ 23 の他方電極と給電線路 14 の内部導体 16 の端部とを接続した。これにより、コンデンサ 23 の他方電極をチャンバ 10 内の電極 12 に直接接続したのと同じ状態を実現することができ、容易に整合をとることができる。なお、上述の場合でも同軸線 24 の長さを正確に 60 cm にする必要はなく、50 cm ~ 70 cm であればコンデンサ 22, 23 のキャパシタンスを調整することにより、整合をとることが可能であることは言うまでもない。

#### 【0024】

##### 【実施の形態 2】

図 4 は、この発明の実施の形態 2 による半導体プラズマ処理装置で用いられる整合器 30 の構成を示す断面図である。図 4 において、この整合器 30 が図 3 の整合器 3 と異なる点は、同軸線 24 が銅板 31 ~ 33 および誘電体シート 34 で置換されている点である。銅板 31 ~ 33、誘電体シート 34 およびシールドケース 20 によって分布定数回路が構成されている。銅板 31 ~ 33 の各々は、5 cm と 6 cm の間の所定の幅（たとえば 5.5 cm）を有する。

#### 【0025】

銅板 31 は、L 字型に折り曲げられている。銅板 31 の一片 31a は水平に設けられ、その端部はコンデンサ 23 の他方電極に接続される。銅板 31 の他片 31b は垂直に設けられ、絶縁体部材 35 を介してシールドケース 20 の内壁に固定されている。銅板 31 の他片 31b の端部には、ビス孔 36 が形成されている。銅板 33 は、L 字型に折り曲げられている。銅板 33 の一片 33a は水平に設けられ、その端部は給電線路 14 の内部導体 16 の端部に接続される。銅板 33 の他片 33b は垂直に設けられ、その端部にはビス孔 37 が形成されている。

#### 【0026】

銅板 32 の両端は、それぞれ直角に折り曲げられている。銅板 32 の中央部 32a は、シールドケース 20 の床部 20c の上方に水平に配置される。銅板 32 の一方端部 32b には、図 5 に示すように、垂直方向に長孔 38 が形成されている。銅板 32 の他方端部 32c には、垂直方向に長孔 39 が形成されている。銅板 31 の他片 31b と銅板 32 の一方端部 32b は、ビス孔 36 および長孔 38 を挿通するビス 40 によって固定される。銅板 33 の他片 33b と銅板 32 の他方端部 32c は、ビス孔 37 および長孔 39 を挿通するビス 41 によって固定される。

#### 【0027】

ビス孔 36 と長孔 38 とビス 40 は複数組（図 5 では 3 組）設けられ、ビス孔 37 と長孔 39 とビス 41 は複数組（図 5 では 3 組）設けられる。ビス孔 36 と長孔 38 の相対的な位置、およびビス孔 37 と長孔 39 の相対的な位置を調整してビス留めすることにより、銅板 32 の中央部 32a とシールドケース 20 の床部 20c の間隔（キャパシタンス）を調整するとともに、銅板 31 ~ 33 で構成される線路の長さ（インダクタンス）を調整することができ、分布定数回路の回路定数を調整することができる。

#### 【0028】

誘電体シート 34 は、シールドケース 20 の床部 20c 上に敷かれている。誘電体シート 34 を設けたのは、銅板 32 の中央部 32a とシールドケース 20 の床部 20c との間隔のキャパシタンスを大きくするとともに、耐圧を確保し、さらに上述の短縮率を発生させて銅板 31 ~ 33 の長さを短縮化するためである。

#### 【0029】

ビス 40, 41 で接続された銅板 31 ~ 33 の長さは、図 3 で示した同軸線 24 と同じ 60 cm に設定されている。これにより、コンデンサ 23 の他方電極をチャンバ 10 内の電極 12 に直接接続したのと同じ状態を実現することができ、容易に整合をとることができる。また、銅板 31 ~ 33 を用いて分布定数回路を構成したので、同軸線 24 を用いて分布定数回路を構成した実施の形態 1 よりも大電力を供給することができる。

#### 【0030】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えら



れるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】この発明の実施の形態1による半導体プラズマ処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示した処理室の構成を示す断面図である。

【図3】図1に示した整合器の構成を示す断面図である。

【図4】この発明の実施の形態2による整合器の構成を示す断面図である。

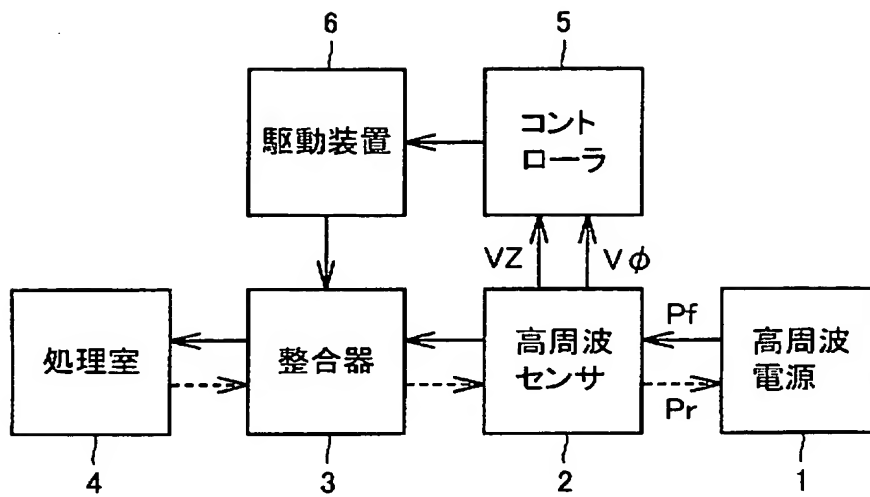
【図5】図4に示した銅板の構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

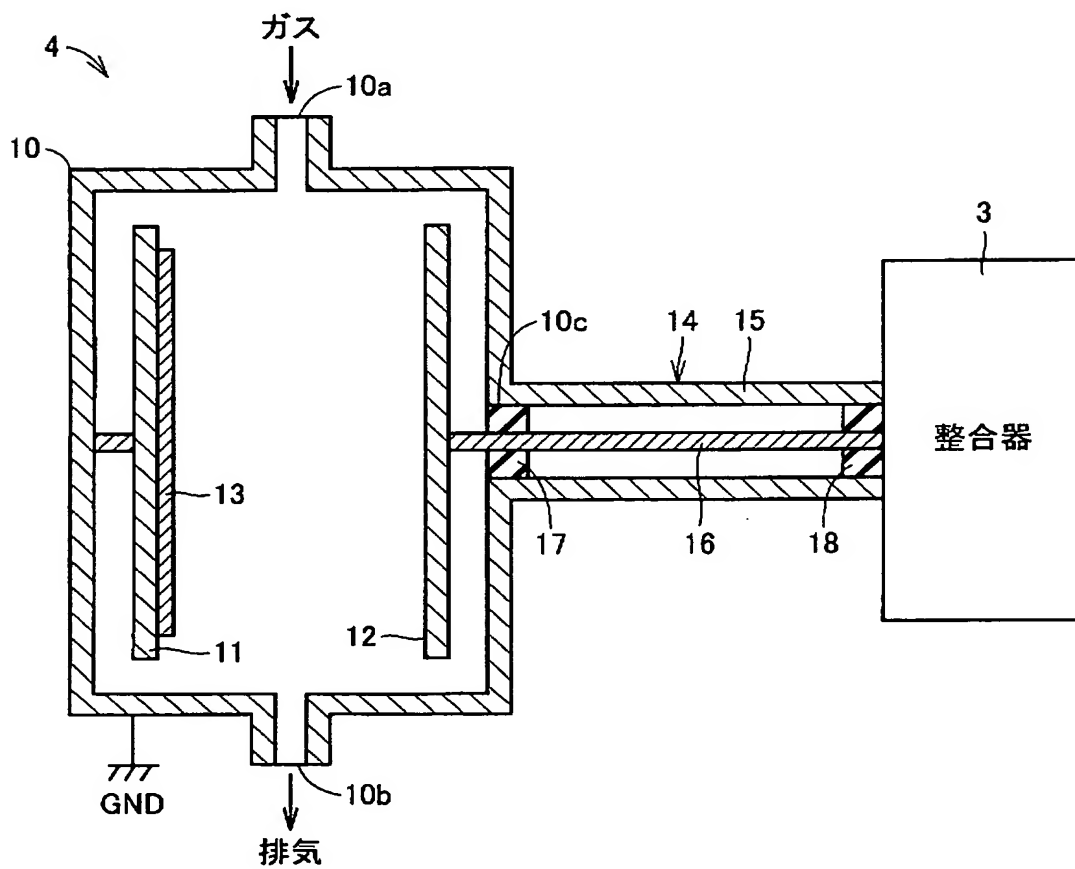
【0032】

1 高周波電源、2 高周波センサ、3, 30 整合器、4 処理室、5 コントローラ、6 駆動装置、10 チャンバ、11, 12 平行平板電極、13 半導体基板、14 給電線路、15, 26 外部導体、16, 25 内部導体、17, 18, 35 絶縁体部材、20 シールドケース、21 入力端子、22, 23 可変容量コンデンサ、24 同軸線、31～33 銅板、34 誘電体シート、36, 37 ビス孔、38, 39 長孔、40, 41 ビス。

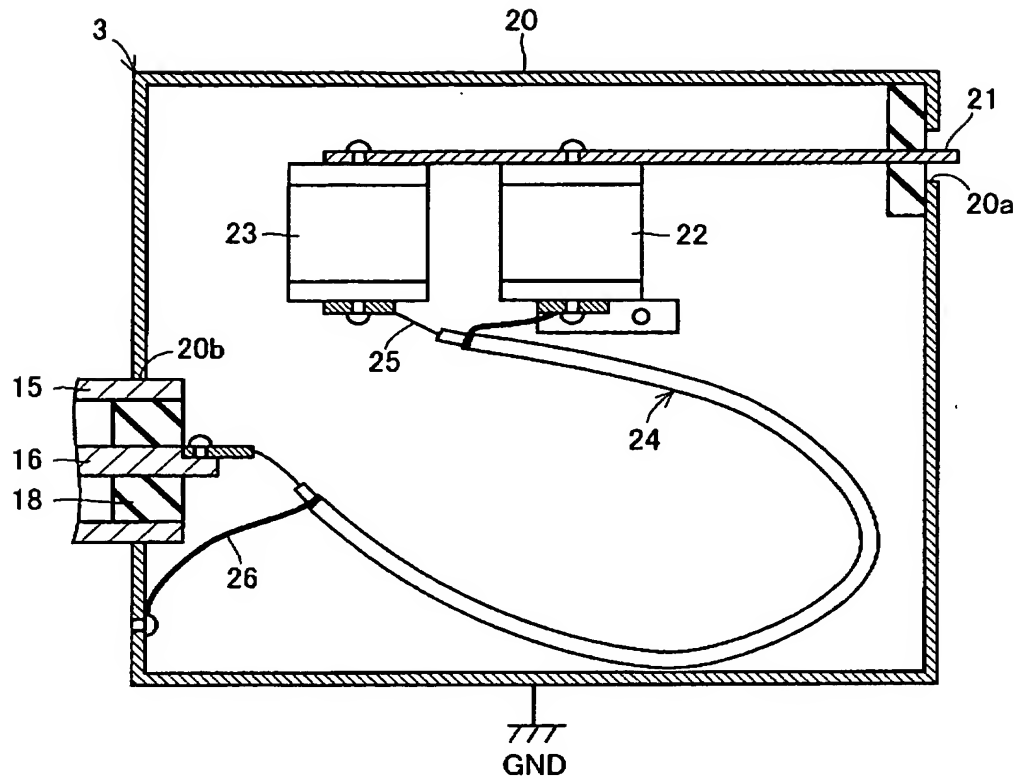
【書類名】 図面  
【図 1】



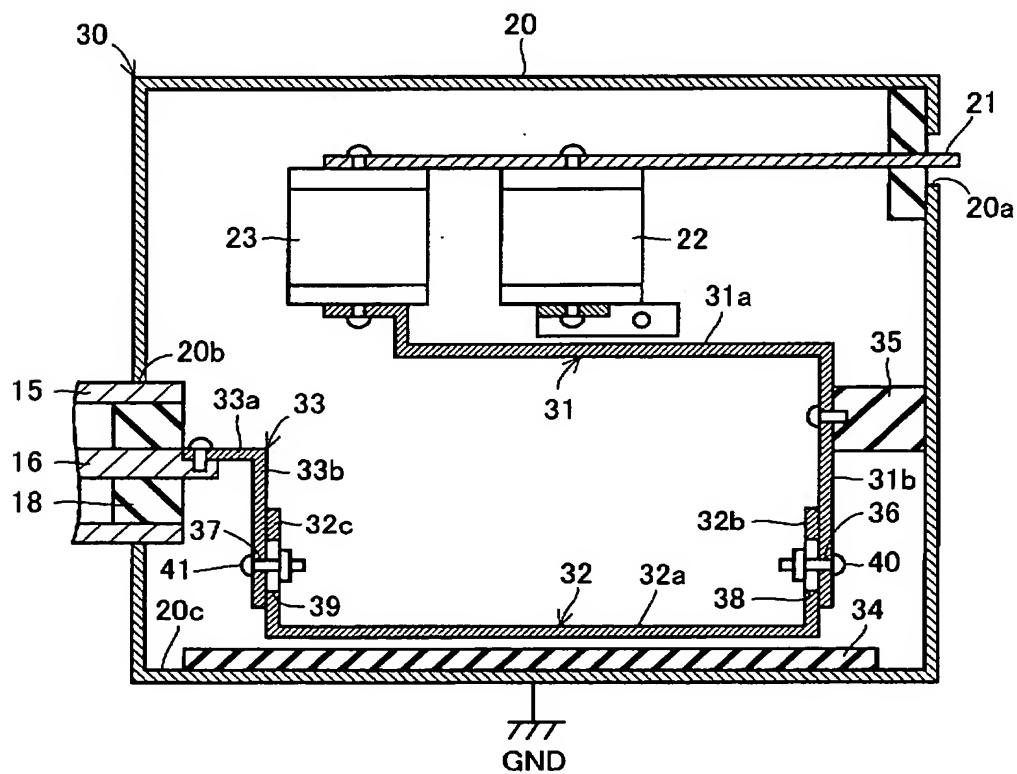
【図 2】



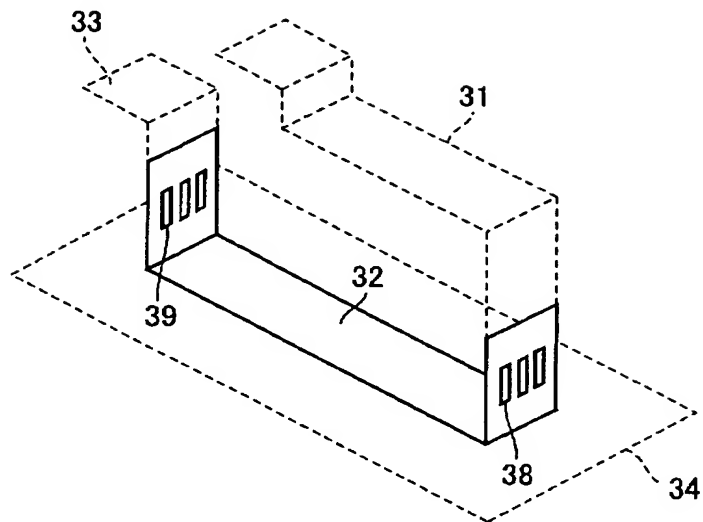
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 整合器と電極の間の距離が長い場合でも容易に整合をとることが可能な整合器を提供する。

【解決手段】 この整合器 30 は、チャンバ 10 内に設けられた電極 12 に給電線路 14 を介して高周波電力を供給する半導体プラズマ処理装置に用いられるものであって、2つの可変容量コンデンサ 22、23 と、コンデンサ 23 の電極と給電線路 14 の内部導体 16 の端部との間に接続された銅板 31～33 などによって構成された分布定数回路とを備えたものである。分布定数回路および給電線路 14 は、高周波電圧の 2 分の 1 波長分だけ位相を遅延させる。したがって、コンデンサ 23 の電極とチャンバ 10 内の電極 12 とを直接接続したのと同じ状態を実現することができる。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 3 - 3 7 9 8 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 9 1 2 8 8 0 5 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 1 年 1 1 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市住之江区南加賀屋 3 丁目 8 番 1 3 号

氏 名

パール工業株式会社